



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS  
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA

ERICK ANDRES ALPACA ZEVALLOS

AVALIAÇÃO DO USO E DA ESTERILIZAÇÃO NA PRECISÃO DE DIFERENTES  
DISPOSITIVOS DE INSERÇÃO DE IMPLANTES DENTÁRIOS: ESTUDO IN VITRO

EVALUATION OF THE USE AND THE STERILIZATION IN THE PRECISION OF  
DIFFERENT INSERTION DEVICES OF DENTAL IMPLANTS: IN VITRO STUDY

PIRACICABA

2019

ERICK ANDRES ALPACA ZEVALLOS

AVALIAÇÃO DO USO E DA ESTERILIZAÇÃO NA PRECISÃO DE DIFERENTES  
DISPOSITIVOS DE INSERÇÃO DE IMPLANTES DENTÁRIOS: ESTUDO IN VITRO

EVALUATION OF THE USE AND THE STERILIZATION IN THE PRECISION OF  
DIFFERENT INSERTION DEVICES OF DENTAL IMPLANTS: IN VITRO STUDY

Dissertação apresentada à Faculdade de Odontologia de Piracicaba da Universidade Estadual de Campinas como parte dos requisitos exigidos para a obtenção do título de Mestre em Clínica Odontológica, na Área de Cirurgia e Traumatologia Buco-Maxilo-Faciais.

Dissertation presented to the Piracicaba Dental School of the University of Campinas in partial fulfillment of the requirements for the degree of Master in Dental Clinic, in Oral and Maxillofacial surgery area.

ORIENTADOR: PROF. DR. ALEXANDER TADEU SVERZUT

ESTE EXEMPLAR CORRESPONDE  
À VERSÃO FINAL DA  
DISSERTAÇÃO DEFENDIDA PELO  
ALUNO ERICK ANDRES ALPACA  
ZEVALLOS, E ORIENTADO PELO  
PROF. DR. ALEXANDER TADEU  
SVERZUT

PIRACICABA

2019

Ficha catalográfica  
Universidade Estadual de Campinas  
Biblioteca da Faculdade de Odontologia de Piracicaba  
Marilene Girello - CRB 8/6159

AL74e Alpaca Zevallos, Erick Andres, 1988-  
Avaliação do uso e da esterilização na precisão de diferentes dispositivos de inserção de implantes dentários: estudo in vitro / Erick Andres Alpaca Zevallos. – Piracicaba, SP : [s.n.], 2019.

Orientador: Alexander Tadeu Sverzut.  
Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Odontologia de Piracicaba.

1. Implantes dentários. 2. Esterilização. 3. Torquímetro. I. Sverzut, Alexander Tadeu, 1975-. II. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Odontologia de Piracicaba. III. Título.

Informações para Biblioteca Digital

**Título em outro idioma:** Evaluation of the use and the sterilization in the precision of different insertion devices of dental implants: in vitro study

**Palavras-chave em inglês:**

Implant

Sterilization

Torquemeters

**Área de concentração:** Cirurgia e Traumatologia Buco-Maxilo-Faciais

**Titulação:** Mestre em Clínica Odontológica

**Banca examinadora:**

Alexander Tadeu Sverzut [Orientador]

José Rodrigues Laureano Filho

Aníbal Henrique Barbosa Luna

**Data de defesa:** 21-02-2019

**Programa de Pós-Graduação:** Clínica Odontológica

**Identificação e informações acadêmicas do(a) aluno(a)**

- ORCID do autor: <https://orcid.org/0000-0002-5065-1851>

- Currículo Lattes do autor: <http://lattes.cnpq.br/9936161541329032>



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS  
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA  
ÁREA DE CIRURGIA BUCO-MAXILO-FACIAL



A Comissão Julgadora dos trabalhos de Defesa de Dissertação de Mestrado, em sessão pública realizada em 21 de fevereiro de 2019, considerou o candidato ERICK ANDRES ALPACA ZEVALLOS aprovado.

PROF. DR. ALEXANDER TADEU SVERZUT

PROF. DR. JOSE RODRIGUES LAUREANO FILHO

PROF. DR. ANÍBAL HENRIQUE BARBOSA LUNA

A Ata da defesa, assinada pelos membros da Comissão Examinadora, consta no SIGA/Sistema de Fluxo de Dissertação/Tese e na Secretaria do Programa da Unidade.

## **DEDICATÓRIA**

*Dedico esse trabalho a Deus, princípio e fim de todo esforço, quem guia cada passo nessa caminhada, em ele tudo é possível.*

*Dedico esse trabalho aos meus pais e meus irmãos, eles fizeram com que meus sonhos virassem objetivos.*

Obrigado

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus pelo dom da vida, pela oportunidade de cada dia poder lutar pelos meus sonhos guiando cada passo nessa caminhada.

“O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001”

À Universidade Estadual de Campinas, em nome do reitor **Marcelo Knobel**, à Faculdade de Odontologia de Piracicaba em nome do **Prof. Dr. Francisco Haiter Neto** pela oportunidade de aprimoramento da formação na Pós-Graduação nessa prestigiosa casa.

Ao meu orientador **Prof. Dr. Alexander Tadeu Sverzut** pela orientação no mestrado, mas principalmente pelo exemplo de professor e acima de tudo de ser humano íntegro no cuidado dos pacientes

À equipe da Área de Cirurgia composta também pelos professores **Márcio de Moraes, Luciana Asprino, Alexander Tadeu Sverzut e Claudio Noia** por todos os ensinamentos e oportunidades dentro do programa. Às funcionárias **Nathalia, Patrícia, Luciana** e em especial à funcionária **Didi**, por toda a cooperação.

Ao **Prof. Dr. Márcio de Moraes**, pela dedicação e paixão pela profissão, o cuidado com os pacientes, a orientação, conselhos e ensinamentos, todo aperfeiçoamento requer sacrifício.

À **Profa. Dra. Luciana Asprino**, pelos ensinamentos tanto acadêmicos como humanos, todo cuidado com os pacientes sempre é pouco, obrigado pela oportunidade e confiança depositada.

Ao **Prof. Dr. Claudio Ferreira Nóia** pelo auxílio, orientação e pela ajuda durante a realização desse trabalho, por todo convívio, mostrando-se sempre disposto, atento aos alunos, colaborando com nossa formação sempre de forma dedicada.

Ao Programa de Pós-Graduação em Clínica Odontológica em nome do coordenador **Prof. Dr. Valentim Adelino Ricardo Barão** e à toda área de Cirurgia Bucomaxilofacial da faculdade de odontologia de Piracicaba pela oportunidade de realização do *Mestrado*.

À banca examinadora da qualificação **Prof. Dr. Claudio Ferreira Noia, Prof. Dr. Simeu André da Silva Rodrigues** e à **Profa. Dra. Debora Campanella Bastos** e à suplente **Profa. Dra. Luciana Asprino** pelo gentil aceite do convite.

À banca examinadora da defesa composta pelo **Prof. Dr. Alexander Sverzut, Prof. Dr. Jose Rodrigues Laureano Filho, Prof. Dr. Aníbal Henrique Barbosa Luna** pelo aceite e disponibilidade.

Ao **Prof. Dr. José Rodrigues Laureano Filho**, por toda ajuda, ensinamento, orientação e em especial pela amizade, sempre foi e será um exemplo como profissional e sobre todo como ser humano, obrigado professor por ter me dado asas para poder conquistar meus sonhos.

Aos colegas e amigos da Pós-Graduação, que já passaram por aqui **Christopher, Heitor, Antônio, Henrique**, e aos que ainda estão **Gabriel, Felipe, Anderson**, aos amigos da residência **Carlos e ANDRES** e a um grupo muito especial **Carolina, Renata, Vitor e Luide**, obrigado pela amizade.

Aos meus antigos colegas da residência e hoje amigos, **Luciano Nogueira, Tatiane Fonseca Faro e Raphael Meira**, que mesmo depois de formados e longe geograficamente, continuam sempre presentes, oferecendo suporte e amizade.

À toda a minha família pelo suporte, apoio e torcida. Em especial aos meus pais **Agapito e Luz** pelo amor, esforço e sacrifício de ter um filho longe de casa, muito obrigado por compartilhar meus sonhos, sempre serão o Norte que guia meu rumo e

o exemplo a seguir na vida, obrigado pais por todo o desprendimento que sempre mostraram com todos seus filhos, toda conquista é nossa.

A meus irmãos **Magaly, Milton, Sharon**, sem a ajuda e esforço de vocês nada teria sido possível, obrigado por ter ficado sempre ao meu lado em cada tropeço e queda que levei obrigado por ter me ajudado a levantar e continuar.

A minha amiga a **Dra. Milagros Arias Guillén**, quem me ajudou, incentivou e sempre foi um apoio como profissional e ser humano, meu eterno agradecimento.

A **Maria del Carmen Choque** pelo apoio incondicional, desde o início da carreira, sacrificando o tempo juntos, mas sempre sendo o motor que me ajuda a seguir adiante, todo esforço será recompensado.

Um agradecimento especial a **Giulia Antonieto e Amanda Achkar Coli**, amigas e colaboradoras essenciais na realização desse trabalho, muito obrigado pela ajuda e amizade.



## Resumo

O aumento na previsibilidade em tratamentos reabilitadores mediante implantes dentários, assim como o incremento na exigência estético-funcional tem trazido consigo uma evolução nos sistemas de inserção de implantes tendo como objetivo diminuir o tempo entre a instalação do implante e a reabilitação protética. A evolução nos sistemas de inserção de implantes dentários tem se baseado na estabilidade mecânica dada pelo torque inicial obtido durante a inserção do implante para poder receber carregamento precoce. Os torquímetros têm como objetivo entregar ao cirurgião o valor do travamento do implante, indicando a possibilidade de se realizar cargas precoces nesses implantes. A precisão desses dispositivos irá influenciar diretamente no sucesso de casos com travamento limítrofe. Existem no mercado diferentes tipos de torquímetros, podem ser mecânicos, denominados erroneamente de catracas ou eletrônicos. Os torquímetros mecânicos apresentam diferenças no desenho e material empregado na sua confecção, mas podem ser classificados em torquímetros de fricção e de mola (estalo). Para avaliar o efeito da autoclavação a vapor e do uso repetido, foi desenvolvido o seguinte trabalho baseando-se na mimetização da inserção de implantes dentários mediante testes mecânicos padronizados e a comparação da performance de diferentes marcas de torquímetros quando submetidas a processo de esterilização mediante autoclave a vapor. Foram utilizadas 24 torquímetros divididos em 4 grupos, de marcas diferentes, subdivididos em 2 subgrupos correspondentes ao grupo controle submetido ao teste mecânico e ao grupo experimental submetido a ciclos de esterilização por vapor em autoclave, todos os torquímetros foram submetidos a 50 ensaios, os dados coletados foram submetidos a testes estatísticos paramétricos. Existe uma diferença estatisticamente significativa ( $p < 0.05$ ) na influência do uso repetido no desgaste dos torquímetros, alterando a precisão dos mesmos, porém condizente com valores dentro dos 10 por cento de margem de erro no torque, sem relevância clínica devido à variabilidade dos dados. A esterilização em autoclave mediante vapor como fator independente, apresenta um influência na precisão das chaves manuais em todas as marcas estudadas com uma significância estatística de ( $p < 0,05$ ) quando avaliada com o torque alvo, porém não apresenta correlação direta de influência no desgaste dos torquímetros, no estudo até 50 ciclos de esterilização com 800 aferições de toque para cada dispositivo. Concluindo que o uso repetido e a esterilização influenciam a

precisão dos diferentes torquímetros avaliados no estudo com uma significância estatística de  $p < 0,05$ , não podendo se demonstrar uma correlação direta de influência da esterilização no desgaste dos torquímetros, sugerindo-se uma maior quantidade de ensaios para avaliar a deteriorização dos mesmos.

## **Abstract**

The increase in predictability in dental implants rehabilitation as well as the increase in aesthetic-functional requirement lead an improvement in implant insertion systems making immediate implants loading rehabilitation more popular. The improvement in dental implant insertion devices has been concerned with the mechanical stability given by the initial torque obtained during the insertion of the implant in order to be able to receive early load, being of vital importance the implant torque in the bone in that first moment. The torque control devices in the insertion of dental implants aim to give the clinician the value of implant locking, allowing early load on these implants. The accuracy of these devices will directly influence the success of border-locked cases. There are different types of manual torque control keys on the market, being the most used and the reason for scientific investigation of the friction and spring type, evaluating which type has more accuracy in the delivery of torque during the surgical insertion of dental implants. The literature is scarce with respect to studies evaluating the accuracy of these devices. The aim of this study is evaluate the influence of the steam sterilization method on torque delivery precision in different manual torque control devices. Twenty-four dental implant insertion devices were used, divided into 4 groups, of different manufactures, subdivided into 2 subgroups corresponding to the control group submitted to the mechanical test and to the experimental group submitted to autoclave steam sterilization cycles, all the dental implant insertion devices were submitted to 50 tests, the data collected were submitted to parametric statistical tests. There is a statistically significant difference ( $p < 0.05$ ) in the influence of aging use, altering the accuracy of the dental implant insertion devices, however, according to the recommendations given by the manufacturers, the values being within the 10 percent margin of error for torque deliveries, without clinical relevance due to the variability of the data. The autoclave steam sterilization as an independent factor has an influence on the accuracy of dental implant insertion devices delivery in all the studied manufactures with a statistical significance of ( $p < 0.05$ ) when evaluated for target torque. However does not present a direct correlation of influence in the aging of the dental implant insertion devices, in the study up to 50 cycles of sterilization with 800 measurements of touch for each device. Concluding that the use and sterilization influence the accuracy of binary torque delivery in the different dental implant insertion devices evaluated in the study with a statistical significance of  $p$

$<0.05$ , and a direct correlation of the influence of sterilization on the aging of the control devices cannot be demonstrated. Torque, suggesting a greater number of tests to evaluate a deterioration in the devices induced by the sterilization of the dental implant insertion devices.

## SUMÁRIO

1 - INTRODUÇÃO.....	14
2- ARTIGO: EFFECT OF LONG TERM STEAM AUTOCLAVING AND REPEATED USE IN ACCURACY OF MECHANICAL TORQUE LIMITING DEVICES FOR DENTAL IMPLANTS. ....	17
3 - DISCUSSÃO .....	46
4 - CONCLUSÃO.....	49
REFERENCIAS.....	50
ANEXOS.....	52
ANEXO 1: RELATÓRIO DO TURNITIN.....	52
ANEXO 2: COMPROVANTE DE SUBMISSÃO.....	53

## 1 - INTRODUÇÃO

A introdução da reabilitação oral implanto suportada implicou a necessidade de determinar protocolos cirurgicos para garantir o sucesso dos tratamentos, assim inicialmente para realizar a carga sobre os implantes dentários recomendava-se um intervalo de 3-6 meses entre a cirurgia e o carregamento protético do implante(2).

Atualmente existe um aumento da exigência estético-funcional que fazem com que os protocolos de carga imediata sejam cada vez mais utilizados, com estudos clínicos que demostram resultados com altos níveis de previsibilidade na reabilitação imediata com implantes dentários(3)(4)(5).

Estudos prospectivos adicionais sobre carga imediata mediante barras também apoiam as altas taxas de sobrevivência e sucesso(7).

Nos protocolos de carga precoce e imediata, a estabilidade primária conferida pelo torque final de inserção do implante é um dos fatores mais importantes na obtenção de resultados satisfatórios e previsíveis(6). Assim como a carga não funcional imediata mostrou um aumento na taxa de sobrevivência dos implantes(3).

Torque é definido como o momento de força com capacidade de produzir um giro ou rotação ao redor de um ponto. A aplicação e determinação do torque durante o tratamento cirúrgico para instalação de implantes dentários, é importante para reduzir as complicações(1)

Durante a instalação do implante dentário, o cirurgião recebe informações táteis sobre o torque de inserção do implante, isso pode variar dependendo da região e da qualidade óssea encontrada no leito receptor. O travamento com um torque satisfatório é fundamental para a probabilidade de sobrevivência de um implante dentário(8).

Assim durante a inserção de um implante dentário é fundamental o controle do torque de inserção, ou seja a força usada para inserir um implante dentário, um torque de inserção alto no implante , geralmente, gera uma maior

estabilidade primária do implante aumentando a probabilidade de sobrevivência(9)(8).

Considerando que a sobrevivência e sucesso do implante é influenciado pela interação entre o desenho do implante e o osso ao redor, tem sido sugerido que um torque de inserção elevado seja desejável para melhorar a estabilidade do implante durante a osseointegração(10).

A inserção de implantes com técnicas como a osteotomia subdimensionada são particularmente recomendadas para ossos de baixa densidade, conseguindo acelerar o carregamento do implante aplicando altos torques de inserção(7).

No entanto, dúvidas são levantadas se o travamento com torque elevado permanece no tempo, porque as altas tensões induzidas durante a colocação do implante também podem provocar reabsorção óssea perimplantar(6).

É sugerido que altos valores de torque na inserção produzem fortes forças compressivas sobre o osso perimplantar, um ambiente alterado de tensão mecânica e a potencial indução de efeitos deletérios na microcirculação local e nas respostas ósseas a nível celular, o que pode levar a necrose óssea e, finalmente, a uma osseointegração do implante retardada ou comprometida(10).

Assim, enquanto um torque suficiente na inserção do implante é um pré-requisito para a carga imediata do implante, os baixos níveis de tensões e de tensões compressivas imediatamente após a colocação do implante são preferidos concomitantemente(11).

Estudos de carga precoce indicam que o torque de inserção está próximo da faixa de 35Ncm para ser satisfatório, porem não há atualmente nenhum valor de torque limite comprovado que indique que o carregamento imediato será bem-sucedido (9).

A precisão dos torquímetros é crítica para a entrega adequada de torque, por esse motivo os fabricantes recomendaram a calibragem regularmente e sugerem que a margem de erro na precisão de um torquímetro deve estar dentro de  $\pm 10\%$  do valor alvo(12).

Valores de torque inadequados poderiam ser aplicados durante a inserção do implante dentário devido a frequência de uso, resíduos e corrosão nos componentes do torquímetro. Existe um número limitado de investigações com relação ao efeito da autoclavagem a vapor em diferentes tipos de torquímetros, com resultados publicados conflitantes(13).

Devido à falta de estudos que investiguem especificamente a influência do uso repetido e da autoclavagem a vapor na precisão dos torquímetros, acreditamos que influenciem negativamente a longevidade dos mesmos. Tal informação faz-se necessária para o conhecimento da comunidade odontológica e das empresas que comercializam tal produto.

Baseado nisso e pelas poucas referências de estudos que levam em consideração o uso repetido e a esterilização como fator de degradação torquímetros, o objetivo desse estudo é avaliar tal influência na precisão dos mesmos.



## 2- ARTIGO

### EFFECT OF LONG TERM STEAM AUTOCLAVING AND REPEATED USE IN ACCURACY OF MECHANICAL TORQUE LIMITING DEVICES FOR DENTAL IMPLANTS.

*Erick Alpaca Zevallos <sup>1</sup>; Douglas Rangel Goulart <sup>2</sup>; Claudio Ferreira Nóia <sup>3</sup>; Luciana Asprino <sup>3</sup>; Marcio de Moraes <sup>3</sup>; Alexander Tadeu Sverzut <sup>3</sup>.*

- 1- DDS, Esp, MsC student, Division of Oral and Maxillofacial Surgery, Piracicaba Dental School, Department of Oral Diagnosis, University of Campinas – UNICAMP. Piracicaba, SP–Brazil.
- 2- DDS, MsC, PhD, Professor, Department of Dentistry, UNIEURO University Center, Brasília-Brazil.
- 3- DDS, MsC, PhD, Professor of the Division of Oral and Maxillofacial Surgery, Piracicaba Dental School, Department of Oral Diagnosis, University of Campinas – UNICAMP. Piracicaba, SP-Brazil.

Corresponding Author: Erick ANDRES Alpaca Zevallos, DDS, Division of Oral and Maxillofacial Surgery, Piracicaba Dental School, Department of Oral Diagnosis, University of Campinas, Av Limeira 901 – Areiao, Piracicaba, SP 13414-903, Phone: +55 19 2506-5390, Email: [erick\\_aaz@hotmail.com](mailto:erick_aaz@hotmail.com).

Conflict of interest statement: The authors claim to have no financial interest, either directly or indirectly, in the products or information listed in the article.

## **Summary**

**Objective:** The aim of this Study is to determinate the influence of the use and steam sterilization on the accuracy of different surgical torque control devices in implant placement.

**Materials and methods:** Twenty-four torque control keys from different manufacturers of dental implants were tested, divided into four groups, according to the manufacturer brand. Each of these groups, containing 6 torque wrenches, divided into 2 subgroups with 3 torque wrenches. One of these subgroups of each manufacturer were sterilized before mechanical test and the other one would not. The performance of each subgroup was measured using a benchtop digital torque wrench. The subgroups were compared, and for those submitted to sterilization cycles by steam autoclaving before each mechanical test, 50 sterilization cycles was performed, with 16 repetitions for each insertion system, in order to be subjected to 800 gauging for each torque control key of the subgroups exposed to sterilization. The same was performed for the subgroups submitted only to mechanical test, 50 tests of each was performed, totaling 800 gauging for each torque control switch.

**Results:** Exist a statistically significant difference in accuracy of the torque wrenches related to the use ( $p < 0.05$ ) and sterilization ( $p < 0.05$ ) as independent factors, without a correlation between both variables.

**Conclusion:** The recurrent use and steam autoclave sterilization showed to have influence on the accuracy of the torque wrenches calibration after 50 sterilization cycles and 800-torque gauging.

**Keywords:** Implant, sterilization, torque wrench

## 1. Introduction

Clinical studies at present have shown high predictability rates in immediate dental implant rehabilitations (1). The increase in the functional aesthetic requirement in the rehabilitation treatments using dental implants made the implants of immediate had their use increased.

Thus, it is especially challenging for immediate functional loading to single implant crowns which unlike multiple units, do not have mutual or cross-arch stabilization, resulting in mechanical instability.(2)

The clinical perception of implant stability is commonly related to rotational resistance (insertion torque) during implant placement. Considering that implant stability is influenced by the interaction between the implant and the surrounding bone, it has been suggested that high peak insertion torque is desirable for better implant integration(1), since several studies have suggested that insertion torque values in the range of 25 to 45Ncm prevent adverse micro movements under load higher than 100  $\mu$  m.

Although high insertion torque has been positively correlated with the primary implant stability, it has been pointed out that such correlation may not be true for all implant designs and surgical drilling techniques. Thus, while reduced micro-motion under load is desirable, low degrees of bone stress are also desirable, since a minor amount of remodeling would be required during osseointegration, potentially resulting in discrete decreases in implant stability over time.(3)

Some authors chose insertion torque as a measure of implant stability, and arbitrarily selected torque values of 32, 35, 40Ncm and higher thresholds for immediate loading. However, successful immediate loading of an implant with a 15Ncm insertion torque was shown under some conditions (2)

During the insertion of a dental implant is essential the control of the final insertion torque (IT), a high IT of the implant usually generates a higher primary stability of the implant increases the probability of implant survival (4) so far not found difference between the relationship between implant insertion torque and survival.

This achieved stability seems to be altered in time when the high stresses induced in the placement of the implant by high torques can affect the microcirculation producing perimplantar bone resorption (5)

Thus, while sufficient torque at implant insertion is a prerequisite for immediate loading of the implant, low levels of compressive stresses immediately after implant placement are preferred concomitantly (3)

The control of the torque in the insertion of dental implants is fundamental to lead the predictability in the results, with that the precision of the torque control keys is critical for an adequate amount of torque. The torque value delivered by a torque control switch must be within  $\pm 10\%$  of the target value, and the manufacturers recommend recalibrating these devices (8)

One study investigating two different designs, friction style keys and spring style, and concluded that spring style tools were significantly more accurate than those of friction style. (6)

The aim of this study is determine the influence of the repeat use and steam sterilization on accuracy of different surgical torque limit devices in implant placement.

## 2. Material and methods

### 2.1 Characteristics of torque wrenches

For the study, was used 24 torque wrenches from 4 different manufacturers, (3 friction type and 1 spring type), 3 made of surgical stainless steel, and 1 type 4 titanium with socket for square connections, from the companies Nobel Biocare®, Intraoss®, Pi Branemark® and Implacil® (figure 1), all from the same manufacturing batch for each brand. Were divided into 4 groups, each containing 6 devices, which were named according to the manufacturer.

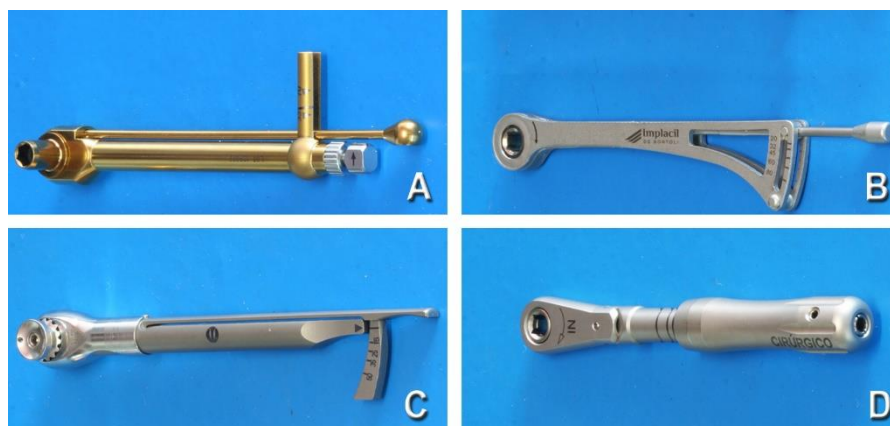


Figure 1: Torque wrenches of studied groups (A, Nobel Biocare) (B, Implacil) and (C, Pi Branemark) friction type devices and (D, Intraoss) spring type device.

The 4 groups containing 6 devices were named according to the table:

**Table 1: Description of groups tested in this study.**

<b>Group</b>	<b>Description</b>
<b>Group 1 (GR1)</b>	<b>Nobel Biocare insertion device</b>
<b>Group 2 (GR2)</b>	<b>Intraoss insertion device</b>
<b>Group 3 (GR3)</b>	<b>PI – Branemark insertion device</b>
<b>Group 4 (GR4)</b>	<b>Implacil insertion device</b>
<b>Group 1E (GR1E)</b>	<b>Sterilized Nobel Biocare insertion device</b>
<b>Group 2E (GR2E)</b>	<b>Sterilized Intraoss insertion device</b>
<b>Group 3E (GR3E)</b>	<b>Sterilized Branemark insertion device</b>
<b>Group 4 (GR4E)</b>	<b>Sterilized Implacil insertion device</b>

The groups were divided into two subgroups, according to the submitted test. In this way, 3 torque wrenches of each group were submitted to stress of the mechanical test only and the other 3 to the mechanical test together with 1 cycle of sterilization prior to the simulation of each implant insertion system.

To evaluate the effects of steam sterilization on the devices were used a steam autoclave (Tuttnauer-USA, model 2340 M, complies with the strictest international standards and directives PED 97/23 - MDD 93/42 - ASME - UL/EN 61010-1 - FDA - ISO 13485:2003 - ISO 9001:2000) 2-2,1 bar, 134°C. and 20min to sterilized and 20 min for dry,. per cycle according to manufacturer), following the parameters established by ISO 17665-1: 2006 sterilization standard. It is important to emphasize that only the subgroups (E) were sterilized before the simulation of insertion of dental implants

## **2.2 Mechanical test and steam sterilization**

The mechanical test had objective to evaluate the accuracy of the torque wrenches after repeated use and steam sterilization.

The tests simulated the insertion of the dental implant cone morse EX, 3.5mm diameter and 13mm length (Neodent®-Curitiba). This implant has a 0.8 mm thread pitch and 16 laps are required for the total implant insertion simulation.

The subgroups 1,2,3 and 4, submitted to the mechanical test without exposure to the sterilization cycles were considered as parameter to evaluate the effects of the steam sterilization in the accuracy.

The subgroups 1E, 2E, 3E and 4E, exposed to steam sterilization were submitted to 1 cycle before the simulation of each dental implant insertion.

To measure the torque, was used a digital bench torque wrench (**Lutron TQ-8800 Portable Digital Torque Wrench, Taiwan- calibrated, accuracy of 1,5% +5d**) (Figure 2). Data collection was do using tables in the Microsoft Excel 2010 software (Microsoft Redmond, Washington, EUA).

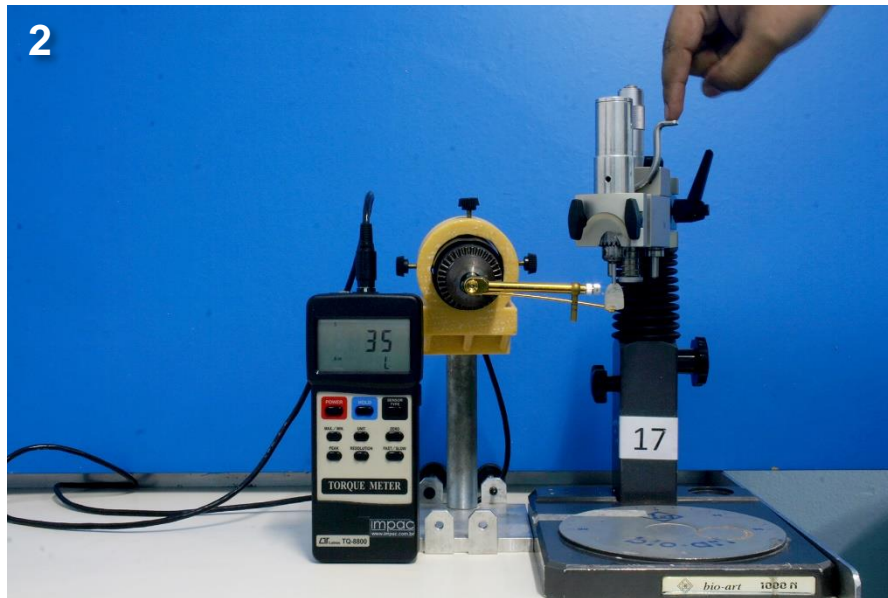


Figure 2: Measurement torque with a digital bench torque wrench and mechanical braking.

The digital bench torque wrench was adapted to a holder to fix the wrenches in a horizontal position, allowing the fitting of the tip of the square or hexagonal shaped wrench depending on the mark of the device coupled to the key to be subject to the mechanical test.

The torque wrenches, object to be evaluate, were suspended in horizontal position, attached to the digital torque wrench. The amplitude of the movement and the direction of the force was standardized using a **1000N Bio-Art Miller** with mechanical braking (**Figure 2**), which performs vertical movements perpendicular to the positioning of the deflection rod of the torque wrench to be evaluated.



Each torque wrench was teste by applying a clockwise force over a period of 4 seconds and mechanical braking with friction type and on the spring style the force was applicate until break the resistance then peak up the maximum reading torque value.

In this study the insertion torque was established for each insertion devices (Nobel 45N, Intraoss 45 N, Branemark PI 35 N and Implacil 45N)

The test was perform by the same operator. For each torque wrench, the peak reading torque value was recording, the operator being blind to the readings.

Each test consists of 16 repetitions to complete each insertion system with the aid of equipment with the mechanical braking thus eliminating the variation resulting from human variability.

The insertion devices were submit to 50 insertion cycles corresponding to 800 readings of torque for each group submitted to the mechanical test.

In those subgroups that were evaluated the effects of sterilization on torque accuracy prior to each mimicking of the insert, a sterilization cycle was performed as described previously.

### **2.3 Statistical analysis**

The torque values were measured by means of a digital torque wrench, the torque data for each turn of the implant were recorded subtracted from the standard torque, thus establishing the value of the difference between the ideal and the registered. These values and the obtained torque values were submit to descriptive and comparative analysis with the help of SPSS Statistics for Windows, version 18.0 (SPSS Inc., Chicago, Ill., USA).

Initially, the normal distribution was verified by means of the Kolmogorov-Smirnov test and the variance analysis was performed using the Levene test, in which the homogeneity of the variances was verified. Initially the comparison between the measurements of the test group (through the sterilization process) and the control group using the t test was performed.

To compare the accuracy of the insertion devices between the manufacturer, the one-way ANOVA test followed by Tukey's post-hoc test was used as statistically significant results for  $p < 0.05$ . To verify if there was loss of precision during the sterilization cycles, the same test was used within each group, comparing the measurements of the implants numbers: 1, 10, 20, 30, 40 and 50.

## **2.4 Results**

Approximately, collect 4800-torque measurement for each manufacturer torque wrench, considering the torque measurements of the control and the test group (which underwent sterilization).

A statistically significant difference exist between the torque obtained and the standard torque in all groups. The data are showing in Table 1.

Table 2 presents the data from the comparison between the torque obtained for the control and the test group.

The insertion devices of GR1 after sterilized on average showed an increase in torque, while in the other manufacturer a decrease in the mean torque was observed, being more pronounced in the GR2.

It was also performed the comparison between the groups as the precision was used to measure the difference between the desired torque and the

measured torque. We used only with measures of the ratchets of the control group, measured by the ANOVA one-way test.

Table 3 presents the descriptive data of the torque difference according to the groups. A statistically significant difference was observe between groups.

Table 4 presents the results of the Tukey post-hoc test, the GR4 and GR2 scores did not present a statistically significant difference.

**Table 1 - Comparison between sterilized and non-sterilized groups as the difference between the torque obtained with the ideal torque within each manufacturer**

Group	Sterilized	Average	Standard deviation	F	P*
GR1	Not	0.95	2.24	5.40	0.02
	Yes	1.48	2.49		
GR2	Not	1.77	2.37	328.51	<0.01
	Yes	-1.51	3.55		
GR3	Not	1.41	1.50	11.45	0.01
	Yes	0.88	1.41		
GR4	Not	1.82	3.25	192.82	<0.01
	Yes	-0.44	2.38		

\* The t- test for independent samples was use.

**Table 2 - Comparison between sterilized and non-sterile groups for torque obtained according to each manufacturer**

Brand	Sterilized	Average	Standard deviation	F	P*
GR1	Not	45.95	2.24		
	Yes	46.50	2.30	4.67	0.03
GR2	Not	46.77	2.37		
	Yes	41.44	1.93	180.07	<0.01
GR3	Not	36.41	1.50		
	Yes	35.93	1.58	3.06	0.08
GR4	Not	46.82	3.25		
	Yes	44.56	2.38	192.82	<0.01

\* The t- test for independent samples was use .

**Table 3 - Comparison between the measures of the difference between the torque obtained with the ideal torque between the manufacturer**

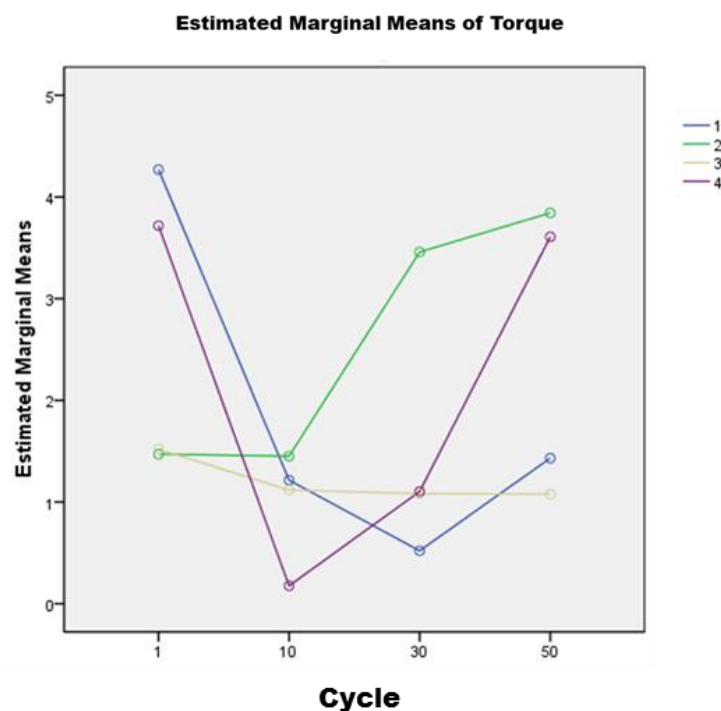
Groups	Average	Standard deviation	Minimum	Maximum	F	P*
GR1	0.95	2.243	-9	9	66.16	<0.01
GR2	1.77	2,374	-4	9		
GR3	1.41	1,509	-4	7		
GR4	1.82	3,256	-9	13		

**One-way ANOVA**

**Table 4 - Tukey's post hoc test result of the comparative evaluation of the torque difference between manufacturer**

Groups		P
<b>GR1</b>	GR2	0, 000
	GR3	0, 000
	GR4	0, 000
<b>GR2</b>	GR1	0, 000
	GR3	0, 000
	GR4	0, 862
<b>GR3</b>	GR1	0, 000
	GR2	0, 000
	GR4	0, 000
<b>GR4</b>	GR1	0, 000
	GR2	0, 862
	GR3	0, 000

An analysis was also made of the loss of accuracy according to use, the number of implants inserted. Initially, the analysis was use separately for the control group and for the test group. **Graph 1.** Present the descriptive data of the torque difference for each **manufacturer**.



**Graph1. A comparative assessment of the torque difference between manufacture**

The ANOVA two-way test was use to evaluate the variation of implant insertion torque in relation to the number of implants inserted (number of cycles) and the sterilization of the insertion devices. The test revealed a statistically significant difference in cycles and in terms of sterilization, however, a relationship of the two factors was not observed (  $F = 0.63$ ,  $p = 0.67$ ), the results are presented in **Tables 5 and 6.**

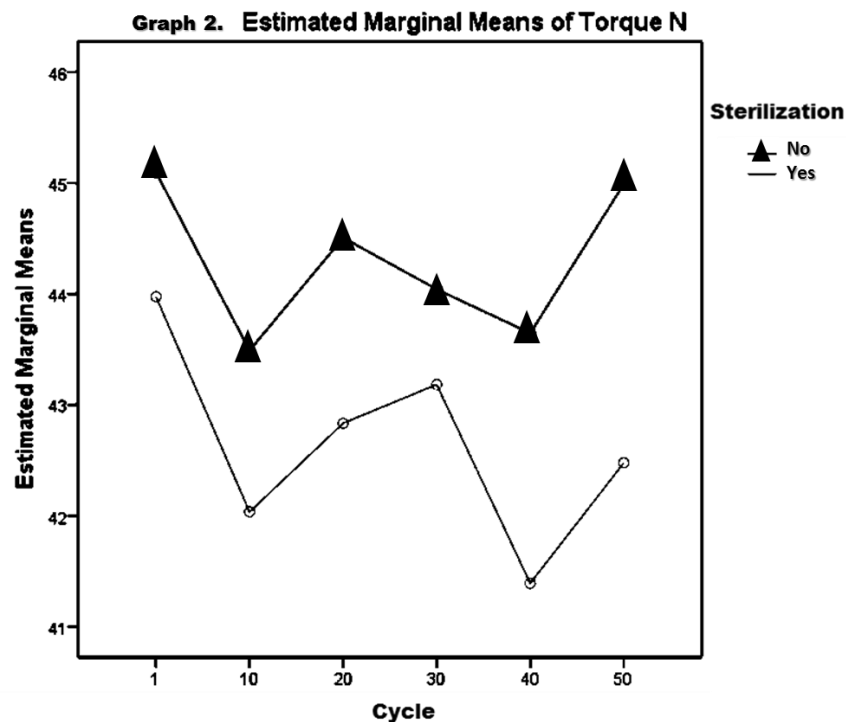
**Graph 2.** Represent the comparative evaluation of variation of torque insertion implant in relation to the number of implants inserted and the sterilization of the insertion devices with minor values for all subgroups sterilized.

**Table 5 - Evaluation of insertion torque to the implant as the number of implants inserted (cycle) and for the sterilization process (sterilized and unsterilized)**

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	p
Implants (cycle)	1036,782	5	207,356	3,253	0,006
Esterilization	1591,383	1	1591,383	24,964	0,000
Implant * Esterilization	202,224	5	40,445	,634	,673

**Table 6 - Mean of insertion torque of implants distributed when to the cycle (number of implants inserted) and regarding sterilization.**

Cycle	Esterilization			95% Confidence Interval	
				Lower Bound	Upper Bound
1		Not	45,094	43,964	46,224
		Yes	43,974	42,841	45,107
10		Not	43,490	42,394	44,586
		Yes	42,034	40,938	43,131
20		Not	44,505	43,375	45,635
		Yes	42,833	41,703	43,963
30		Not	44,042	42,912	45,172
		Yes	43,182	42,052	44,312
40		Not	43,646	42,516	44,776
		Yes	41,391	40,261	42,521
50		Not	44,990	43,894	46,086
		Yes	42,475	41,379	43,572



**Graph 2. Comparative evaluation of variation of torque insertion implant in relation to the number of implants inserted (number of cycles) and the sterilization of the insertion devices.**

The mean of insertion torque according to sterilization (yes or no), and according to the number of implants inserted (cycles) was represent in the tables 7,8,9 and 10 and the graphs 3,4,5 and 6 for each manufactures torque wrench with results independents for each group.



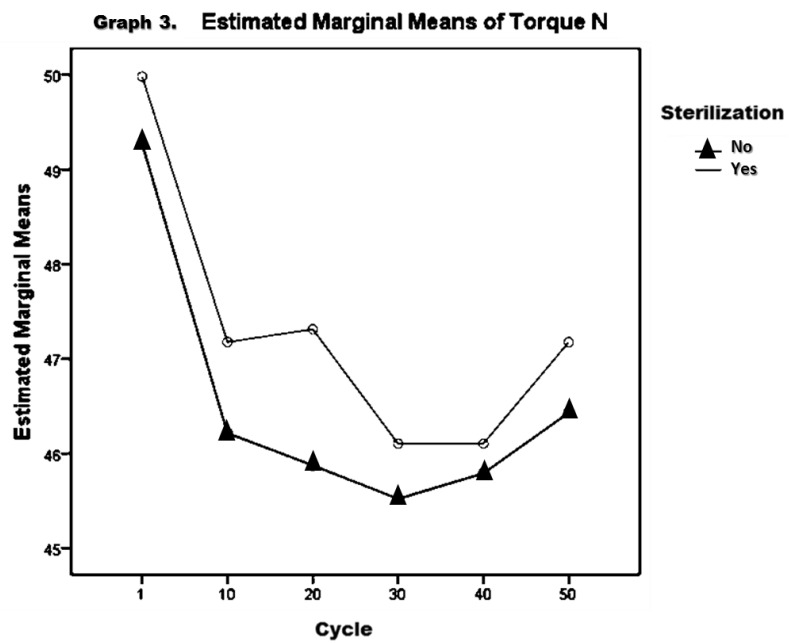
### Group 1

**Table 7 - Mean of insertion torque according to sterilization (yes or no), and according to the number of implants inserted (cycles)**

Esterilization	Cycle	Mean	Standar Desviation
Not	1	49,27	3,279
	10	46,22	2,866
	20	45,88	2,130
	30	45,52	1,637
	40	45,79	2,212
	50	46,43	1,825
	Total	46,55	2,713
Yes	1	49,98	3,397
	10	47,18	1,862
	20	47,31	3,136
	30	46,10	2,166
	40	46,10	2,336
	50	47,18	2,076
	Total	47,33	2,853
Total	1	49,62	3,341
	10	46,70	2,453
	20	46,59	2,763
	30	45,81	1,932
	40	45,95	2,268
	50	46,80	1,980
	Total	46,94	2,809

**The manufacturer = NOBEL**

For the Group 1, a statistically significant difference was observed between the insertion torques of sterilized and non-sterilized groups ( $F = 15.08$ ,  $p < 0.01$ ), and between cycles ( $F = 31.9$ ,  $p < 0.01$ ), however, no interference of one factor was observed in the other ( $F = 0.56$ ,  $p = 0.725$ ).



Graph 3. Comparative evaluation of the torque variation in the implant insertion in relation to the number of implants inserted (number of cycles) and the sterilization - Group 1.

## Group IV

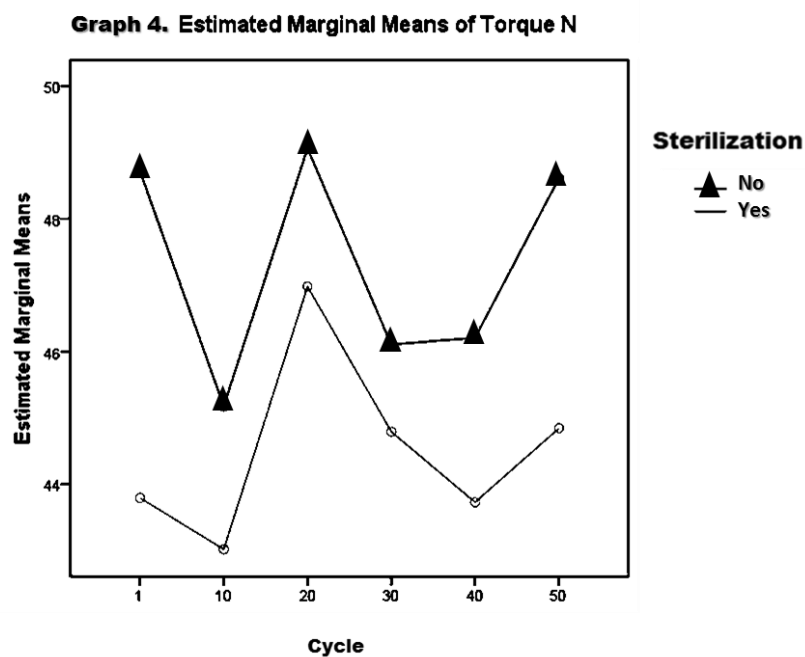
**Table 8 - Mean of insertion torque according to sterilization (yes or no), and according to the number of implants inserted (cycles)**

**Dependent Variable: Torque N**

<b>Sterilized</b>	<b>Cycle</b>	<b>Mean</b>	<b>Std. Deviation</b>	<b>N</b>
Not	1	48.72	4,466	39
	10	45.18	2,215	51
	20	49.06	2,319	48
	30	46.10	2,684	48
	40	46.21	3,135	48
	50	48.61	4,005	51
	Total	47.26	3.525	285
Yes	1	43.79	2,130	39
	10	43.02	1,319	51
	20	46.98	3,600	48
	30	44.79	1,220	48
	40	43.73	1,364	48
	50	44.84	1,580	51
	Total	44.54	2,385	285
Total	1	46.26	4,268	78
	10	44.10	2,113	102
	20	48.02	3,189	96
	30	45.45	2,176	96
	40	44.97	2,708	96
	50	46.73	3,571	102
	Total	45.90	3,301	570

**The manufacturer = Implacil**

For the Group IV, a statistically significant difference was observed between the insertion torques of the sterilized and non-sterilized groups ( $F = 126.25$ ,  $p < 0.01$ ), and between cycles ( $F = 26.31$ ,  $p < 0.01$ ), the interference of one factor in the other was observed ( $F = 5.26$ ,  $p < 0.01$ ).



**Graph 4. Comparative evaluation of the torque variation in the implant insertion in relation to the number of implants inserted (number of cycles) and the sterilization - Group IV**

**Group III**

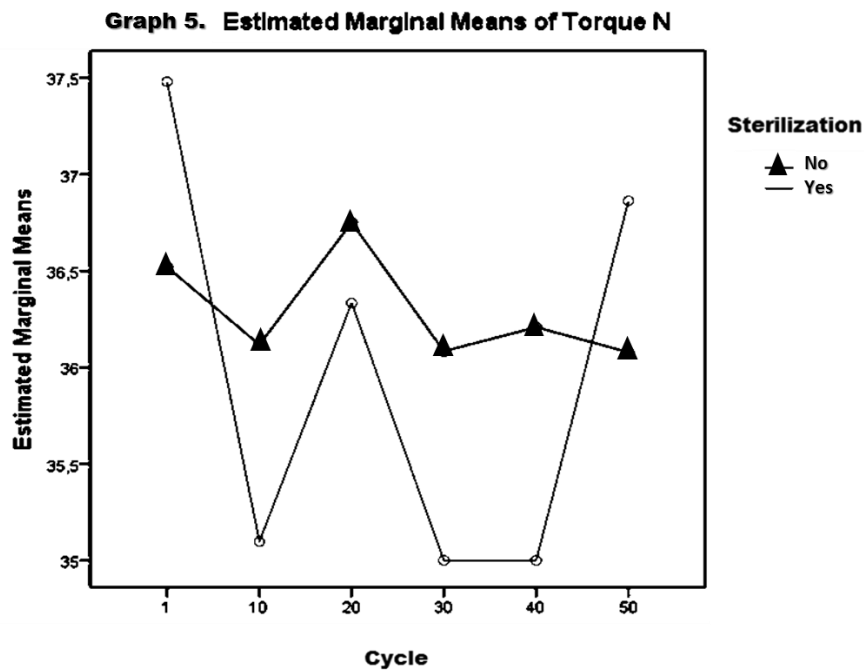
**Table 9 - Mean of insertion torque according to sterilization (yes or no), and according to the number of implants inserted (cycles)**

**Dependent Variable: Torque N**

<b>Sterilized</b>	<b>Cycle</b>	<b>Mean</b>	<b>Std. Deviation</b>	<b>N</b>
Not	1	36.52	, 909	50
	10	36.12	1.423	51
	20	36.75	2,047	48
	30	36.08	1,334	48
	40	36.21	, 874	48
	50	36.08	, 977	51
	Total	36.29	1,334	296
Yes	1	37.48	3,976	50
	10	35.10	1,118	51
	20	36.33	1,155	48
	30	35.00	1,092	48
	40	35.00	1.072	48
	50	36.86	2,885	51
	Total	35.97	2,412	296
Total	1	37.00	2,909	100
	10	35.61	1,373	102
	20	36.54	1,666	96
	30	35.54	1,329	96
	40	35.60	1,147	96
	50	36.47	2,179	102
	Total	36.13	1,954	592

**The manufacturer = PI**

For the Group III, a statistically significant difference was observed between the insertion torques of the sterilized and non-sterilized groups ( $F = 16.16$ ,  $p = 0.02$ ), and between cycles ( $F = 11.49$ ,  $p < 0.01$ ), the interference of one factor in the other was observed ( $F = 7.06$ ,  $p < 0.01$ ).



**Graph 5. Comparative evaluation of the torque variation in the implant insertion in relation to the number of implants inserted (number of cycles) and the sterilization - Group III.**

### Group II

**Table 10 - Mean of insertion torque according to sterilization (yes or no), and according to the number of implants inserted (cycles)**

**Dependent Variable: Torque N**

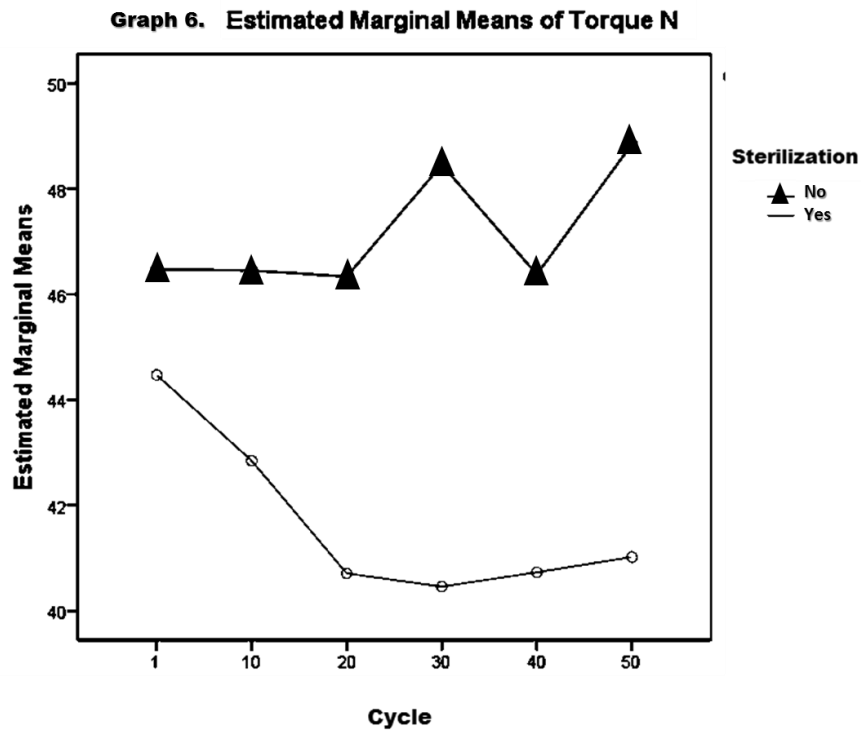
<b>Sterilized</b>	<b>Cycle</b>	<b>Mean</b>	<b>Std. Deviation</b>	<b>N</b>
Not	1	46.47	2,517	51
	10	46.45	1,736	51
	20	46.33	1.718	48
	30	48.46	2,828	48
	40	46.38	1,909	48
	50	48.84	1,206	51
	Total	47.16	2,298	297
Yes	1	44.47	3,624	51
	10	42.84	1,405	51
	20	40.71	, 898	48
	30	40.46	1,650	48
	40	40.73	1.026	48
	50	41.02	2,977	51
	Total	41.74	2,639	297
Total	1	45.47	3,263	102
	10	44.65	2,399	102
	20	43.52	3,139	96
	30	44.46	4,634	96
	40	43.55	3,221	96
	50	44.93	4.534	102
	Total	44.45	3,670	594

**The manufacturer = Intraoss**

For the Intraoss group, a statistically significant difference was observed

between the insertion torques of the sterilized and non-sterilized groups ( $F =$

9716.75,  $p < 0.01$ ), and between cycles ( $F = 12.97$ ,  $p < 0.01$ ), the interference of one factor in the other was observed ( $F = 30.48$ ;  $p < 0.01$ ).



**Graph 6. Comparative evaluation of the torque variation in the implant insertion in relation to the number of implants inserted (number of cycles) and the sterilization - Group II.**



### 3. Discussion

The results of the study support the hypothesis that cycling through use and steam sterilization influence the accuracy of torque gauging of insertion devices of dental implants.

The evaluated groups of different manufacturer of insertion devices have different characteristics in the raw material for their preparation, being the groups corresponding to Nobel, Intraoss and Implacil made in stainless steel and the mark PI-Branemark, in a titanium alloy.

Exist a difference in the type of mechanism of action of the same, being three devices based on the friction mechanism corresponding to the Nobel, Implacil and PI Branemark manufacturer, and a device of the spring type corresponds to the Intraoss manufacturer.

The results of the tests show that the accuracy evaluated between each subgroup regarding the sterilization variable, present statistically significant differences, thus eliminating differences resulting from the type of mechanism and raw material of each manufactured torque wrench.

The mechanical test for repeat use as an independent factor affects the accuracy of torque wrenches, (8). It argued that repeat use is probably not the main factor of imprecise torque gauging. By evaluating the torque difference provided by the torque wrench used of the different manufacturer, was observed that exist a correlation between the torque difference peak and repeat use of them.

This finding supports our results that demonstrated a statistically significant difference, but low variability of the data, being within the

10 % suggested by the manufacturers, without clinical relevance, in all torque wrenches tested considering 50 mechanical cycling for the use number. Greater variability was observed in Implacil and Intraoss devices, but without clinical relevance.

Sterilization in saturated steam under pressure is considered the safest method to eliminate sources of bacterial contamination. The instruments, however, suffer from corrosion during autoclaving due to the hot steam medium. Dellinges and Curtis demonstrated that sterilization procedures did not negatively affect the accuracy of the new DynaTorq device system at target torque values of 20 and 30Ncm (4).

However, the results of the present study demonstrated a greater variability of devices, where it was observed that the sterilization in general had an influence on the measured torque presenting values lower than the target torque, but it was not possible to find a relation of direct influence with the use, in accuracy of torque wrenches.

The differences may be attributed to differences in methodologies as well as differences in torque-testing equipment and operator usage.

The Intraoss manufacturer devices showed the greatest variability as far as the decrease of the measured torque. They presented the corrosion of the spring as a main factor for the altered torque, resulting from the cyclic fatigue of the spring. Their results showed the lowest values for the insertion devices of 45 Ncm.(3) . In the present study, the maximum values of difference, considering the sterilization procedures and the number of use, were higher for the Intraoss and Implacil groups.

The PI-Branemark devices presented lower variability in the torque values after each mechanical test and did not present a statistically significant difference when compared to the torque wrenches submitted to steam sterilization.

The accuracy was maintained in the target torque studied, it is considered that the differential of this group respect for others is in nature in the torque wrench structure, made of type 4 titanium, which has a lower deformation index and elastic memory as indicated by ASTM international.

Continuing education and regular studies on the effectiveness of different sterilization techniques to overcome infectious risks are strongly emphasize.

Considering the combined effect of sterilization methods and repeat use, it will help determine a clinical guideline to determine the requirement to maintain these devices for precise torque delivery (within 10% of their default target values).

#### **4. Conclusions**

The repeated use has a direct influence on the accuracy of the torque wrenches when comparing the target and measured values for 800 mechanical tests.

The steam sterilization has a direct influence on the accuracy of the torque wrenches, presenting a statistically significant difference, with decrease of the binary value delivered by the devices, but offering no difference in the torque greater than 10% referred to as margin of error.

It is not possible to establish a relationship between steam sterilization and the loss of accuracy of the torque wrenches due to 50 cycles of steam sterilization and 800 torque measurements for each device.

## **5. Conflict of interest statement**

The authors declare no conflict of interest for this study

## **6. Acknowledgments**

The authors are grateful to the students of the IC of the area of oral and maxillofacial surgery of the faculty of odontology of Piracicaba, Amanda Coli and Giulia Antonieto, for their help and contributions in the accomplishment of this work.

## **Bibliography**

1. Sanz-Sánchez I, Sanz-Martín I, Figuero E, Sanz M. Clinical efficacy of immediate implant loading protocols compared to conventional loading depending on the type of the restoration: A systematic review. Clin Oral Implants Res. 2015;26(8):964–82.
2. Campos FE, Gomes JB, Marin C, Teixeira HS, Suzuki M, Witek L, et al. Effect of drilling dimension on implant placement torque and early osseointegration stages: An experimental study in dogs. J Oral Maxillofac Surg [Internet].

- 2012;70(1):e43–50. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.joms.2011.08.006>
3. Freitas AC, Bonfante EA, Giro G, Janal MN, Coelho PG. The effect of implant design on insertion torque and immediate micromotion. *Clin Oral Implants Res.* 2012;23(1):113–8.
  4. Goswami MM, Kumar M, Vats A, Bansal (Retd) BAS. Evaluation of Dental IMPLANT insertion Torque using a Manual Ratchet. *Med J Armed Forces India.* 2015;
  5. Tabassum A, Meijer GJ, Walboomers XF, Jansen JA. Evaluation of primary and secondary stability of titanium implants using different surgical techniques. *Clin Oral Implants Res.* 2014;25(4):487–92.
  6. Vallee MC, Conrad HJ, Basu S, Seong WJ. Accuracy of friction-style and spring-style mechanical torque limiting devices for dental implants. *J Prosthet Dent.* 2008;
  7. Saboury A, Sadr SJ, Fayaz A, Mahshid M. The Effect of Aging on the Accuracy of New Friction-Style Mechanical Torque Limiting Devices for Dental Implants. 2013;10(1):41–50.
  8. Fayaz A, Mahshid M, Saboury A, Sadr SJ, Ansari G. The effect of sterilization and number of use on the accuracy of friction-style mechanical torque limiting devices for dental implants. *Dent Res J (Isfahan).* 2014;11(1):74-8

### 3 - DISCUSSÃO

Os resultados desse estudo apoiam as hipóteses que a perda de precisão pelo uso e a esterilização a vapor como variáveis independentes, tem influência direta na precisão na entrega de torque dos dispositivos de diferentes marcas, usados a inserção cirúrgica de implantes dentários.

Os grupos avaliados de diferentes marcas de torquímetros apresentam características diferentes na matéria prima para confecção dos mesmos, sendo os grupos correspondentes a Nobel (GR1), Intraoss (GR2) e Implacil (GR4) confeccionados em aço inoxidável e torquímetro da marca PI-Branemark (GR3), em uma liga de titânio tipo 4, e diferente tipo de mecanismo de ação dos mesmos, sendo três dispositivos baseados no mecanismo de fricção correspondente aos grupos 1, 3, 4 e um dispositivo do tipo mola corresponde ao grupo 3.

Os testes avaliaram a performance dos dispositivos considerando a diferença entre o torque alvo e torque aferido, (13) tanto para o grupo controle como para o grupo teste, eliminando assim diferenças decorrentes do tipo de mecanismo e matéria prima de cada torquímetro, considerando trabalhos anteriores que avaliaram performance de ambos tipos de dispositivos, fricção e mola, sem encontrar diferenças significativas na entrega de torque entre um ou outro mecanismo de ação desses torquímetros(14).

O uso repetido, como um fator independente afeta a precisão dos dispositivos de controle de torque utilizados na inserção de implantes dentários(15). Afirma-se que o número de utilizações produzindo desgaste, provavelmente não é o principal fator de imprecisão no torque.

Estudos que avaliaram a diferença de torque fornecido por chaves de torque do tipo fricção usadas das diferentes marcas na prática odontológica, observaram que qualquer correlação entre vida de uso das chaves de torque e o pico de diferença de torque foi rejeitada. Este achado contrasta com nossos resultados que demonstraram uma diferença estatisticamente significativa, ( $p < 0,05$ ), porém baixa variabilidade dos valores, encontrando-se dentro do 10 % de margem de erro sugerido pelos fabricantes, sem significância clínica, em

todos os dispositivos testados considerando 50 ciclagens mecânicas para o número de uso. Maior variabilidade foi observada em dispositivos do grupo 4 e 2, porém sem relevância clínica.

A esterilização em vapor saturado sob pressão é considerada o método mais seguro para eliminar fontes de contaminação bacteriana(16)(17)(18).

Os instrumentos sofrem, no entanto, da corrosão durante a autoclavagem devido ao meio de vapor quente(18). Dellinges e Curtis demonstraram que os procedimentos de esterilização não afetaram negativamente a precisão do novo sistema de chave DynaTorq para valores de torque alvo de 20 e 30Ncm.

No entanto, os resultados do presente estudo demonstraram uma maior variabilidade de dispositivos, onde podemos observar que a esterilização em geral teve uma influência no torque aferido apresentando valores inferiores ao torque alvo, quando avaliado como variável independente.

Não foi possível estabelecer uma interação direta entre a esterilização e o uso repetido, na perda de precisão na entrega de valores binários dos torquímetros manuais utilizados nesse estudo.

Os dispositivos do grupo 2 apresentaram a maior variabilidade em quanto a diminuição do torque aferido. Sugere-se que esses torquímetros apresentaram a corrosão da mola como um fator principal para a entrega de torque alterada, resultante da fadiga cíclica da mola.

Os maiores valores de diferença, entre o torque alvo e torque aferido, considerando os procedimentos de esterilização e uso repetido, foram para os grupos 2 e 4.

Os dispositivos do grupo 3 apresentaram menor variabilidade nos valores de torque entregados após cada ciclagem mecânico e não apresentaram diferença estatisticamente significativa quando comparado com os torquímetros submetidos a esterilização a vapor , mantendo a precisão no torque alvo estudado, considera-se que o diferencial desse grupo respeito dos outros encontra-se na natureza na estrutura do torquímetro, confeccionado em titânio tipo 4 o qual apresenta menor índice de deformação e memória elástica segundo as indicações da ASTM internacional.

Considerando o efeito combinado dos métodos de esterilização e do número de uso, ajudará a determinar uma diretriz clínica para determinar o requisito de manutenção desses dispositivos para uma aferição de torque preciso (dentro de 10% de seus valores-alvo predefinidos)(13).



#### **4 - CONCLUSÃO**

- O uso repetido tem influência na perda da precisão nos torquímetros manuais utilizados na inserção de implantes dentários.
- A esterilização em autoclave tem uma influência na perda de precisão nos torquímetros manuais utilizados na inserção de implantes, produzindo valores binários menores em todos os dispositivos.
- Não é possível observar uma interação direta entre o uso e a esterilização na perda progressiva de precisão dos torquímetros manuais.

## REFERÊNCIAS

1. Neugebauer J, Petermüller S, Scheer M, Happe A, Faber F-J, Zoeller J. Comparison of Design and Torque Measurements of Various Manual Wrenches. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2015;
2. Duyck J, Roesems R, Cardoso M V., Ogawa T, De Villa Camargos G, Vandamme K. Effect of insertion torque on titanium implant osseointegration: an animal experimental study. *Clin Oral Implants Res*. 2015;
3. Sanz-Sánchez I, Sanz-Martín I, Figuero E, Sanz M. Clinical efficacy of immediate implant loading protocols compared to conventional loading depending on the type of the restoration: A systematic review. *Clin Oral Implants Res*. 2015;26(8):964–82.
4. Nkenke E, Fenner M. Indications for immediate loading of implants and implant success. *Clin Oral Implants Res*. 2006;17(SUPPL. 2):19–34.
5. Esposito M, Mg G, Maghaireh H, Hv W. Interventions for replacing missing teeth : different times for loading dental implants ( Review ). 2013;(3).
6. Tabassum A, Meijer GJ, Walboomers XF, Jansen JA. Evaluation of primary and secondary stability of titanium implants using different surgical techniques. *Clin Oral Implants Res*. 2014;25(4):487–92.
7. Trisi P, De Benedittis S, Perfetti G, Berardi D. Primary stability, insertion torque and bone density of cylindric implant ad modum Branemark: Is there a relationship? An in vitro study. *Clin Oral Implants Res*. 2011;
8. Liu C, Tsai MT, Huang HL, Chen MYC, Hsu JT, Su KC, et al. Relation between insertion torque and bone-implant contact percentage: An artificial bone study. *Clin Oral Investig*. 2012;
9. Goswami MM, Kumar M, Vats A, Bansal (Retd) BAS. Evaluation of Dental IMPLANT insertion Torque using a Manual Ratchet. *Med J Armed Forces India*. 2015;
10. Campos FE, Gomes JB, Marin C, Teixeira HS, Suzuki M, Witek L, et al. Effect of drilling dimension on implant placement torque and early osseointegration stages: An experimental study in dogs. *J Oral Maxillofac Surg* [Internet]. 2012;70(1):e43–50. Available from:

<http://dx.doi.org/10.1016/j.joms.2011.08.006>

11. Freitas AC, Bonfante EA, Giro G, Janal MN, Coelho PG. The effect of implant design on insertion torque and immediate micromotion. *Clin Oral Implants Res.* 2012;23(1):113–8.
12. Yilmaz B, L’Homme-Langlois E, Beck FM, McGlumphy E. Effect of long-term steam autoclaving on changes in torque delivery of spring- and friction-type torque wrenches. *J Prosthet Dent.* 2016;115(6):718–21.
13. Yilmaz B, L’Homme-Langlois E, Beck FM, McGlumphy E. Effect of long-term steam autoclaving on changes in torque delivery of spring- and friction-type torque wrenches. *J Prosthet Dent.* 2016;
14. L ’homme-Langlois E, Yilmaz B, Chien H-H, Mcglumphy E. Accuracy of mechanical torque-limiting devices for dental implants. 2015 [cited 2018 Apr 15]; Available from: [https://ac.els-cdn.com/S0022391315002486/1-s2.0-S0022391315002486-main.pdf?\\_tid=39327fbc-c851-4acb-80c8-25ea9b136fdf&acdnat=1523827081\\_f5b53064b1c8744600ab9c54c8f36333](https://ac.els-cdn.com/S0022391315002486/1-s2.0-S0022391315002486-main.pdf?_tid=39327fbc-c851-4acb-80c8-25ea9b136fdf&acdnat=1523827081_f5b53064b1c8744600ab9c54c8f36333)
15. Saboury A, Sadr SJ, Fayaz A, Mahshid M. The Effect of Aging on the Accuracy of New Friction-Style Mechanical Torque Limiting Devices for Dental Implants. 2013;10(1):41–50.
16. Dellinges M, Curtis D. Effects of infection control procedures on the accuracy of a new mechanical torque wrench system for implant restorations. *J Prosthet Dent.* 1996;75(1):93–8.
17. Lee DH, Cho SA, Lee CH, Lee KB. The overuse of the implant motor: effect on the output torque in overloading condition. *Clin Implant Dent Relat Res.* 2015;
18. Alexandrou G, Chrissafis K, Vasiliadis L, Pavlidou E, Polychroniadis EK. Effect of heat sterilization on surface characteristics and microstructure of Mani NRT rotary nickel – titanium instruments. 2006;770–8.

## ANEXOS

## ANEXO 1: Relatório do Turnitin

Dissertação

RELATÓRIO DE ORIGINALIDADE

15%

ÍNDICE DE SEMELHANÇA

12%

FONTES DA INTERNET

10%

PUBLICAÇÕES

5%

DOCUMENTOS DOS ALUNOS

FONTES PRIMÁRIAS

1

repositorio.unicamp.br

Fonte da Internet

3%

2

www.amilcarfreitas.com.br

Fonte da Internet

1%

3

nardus.mpn.gov.rs

Fonte da Internet

1%

4

www.ncbi.nlm.nih.gov

Fonte da Internet

1%

5

www.medicinaoral.com

Fonte da Internet

1%

6

repositorio.ufu.br

Fonte da Internet

1%

7

repositorio.ufrn.br

Fonte da Internet


1%

8

A. Verrastro Neto, R. Andrade, M.G. Corrêa, R.C.V. Casarin, M.Z. Casati, S.P. Pimentel, F.V. Ribeiro, F.R. Cirano. "The impact of different torques for the insertion of immediately loaded

<1%

**ANEXO 2: Comprovante de Submissão****Submit article - Index 1**

 You forwarded this message on Tue 2/19/2019 9:12 AM



Luanne Webber <luannewebber.lw@gmail.com>

Tue 2/19/2019 9:05 AM

You 

Thank you, this submission was received.

*(Please note new e-mail address: [LuanneWebber.LW@gmail.com](mailto:LuanneWebber.LW@gmail.com))*

*Luanne Webber*

*Editorial Assistant*

---

**From:** Morton Perel [mailto:implantsmp@cox.net]

**Sent:** Tuesday, February 19, 2019 8:05 AM

**To:** Luanne Webber

**Subject:** Fwd: Submit article - Index 1